

# Infraestructura física para laboratorios en el área de ingeniería del software \*


**Lorena Paola Castillo-Guerra**

Ingeniera de Sistemas, Estudiante Maestría en Tecnología de la Informática, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) Tunja – Colombia.  
paola-9479@hotmail.com

**Andrea Catherine Alarcón-Aldana**

Ingeniera Sistemas y Computación, Especialista en Ingeniería de software, MSc. Software Libre; Integrante Grupo de Investigación en Software, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja – Colombia.  
andrea.alarconaldana@uptc.edu.co

**Mauro Callejas-Cuervo**

Ingeniero Sistemas, Especialista en Ingeniería de software, MSc. Ciencias Computacionales, Doctor en Ciencia Aplicada; Director Grupo de Investigación en Software, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja – Colombia.  
mauro.callejas@uptc.edu.co  <http://orcid.org/0000-0001-9894-8737>

## RESUMEN

Se presenta una propuesta del diseño de infraestructura física con los requerimientos mínimos necesarios para la construcción de un laboratorio que se adapte y facilite el desarrollo e implementación de estrategias de enseñanza y aprendizaje en las asignaturas de Ingeniería de requisitos y Gestión de proyectos informáticos del programa de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC); dicha propuesta surge a partir de la aplicación y validación de estrategias metodológicas basadas en los niveles de la taxonomía de Bloom, como también en los lineamientos definidos por la guía de conocimientos de ingeniería de software Swebok; por tal razón el artículo presenta el resultado de la investigación que conllevó a esta propuesta donde se proponen el diseño y las características principales de los espacios requeridos para el desarrollo de las actividades propias de la ingeniería de software en las asignaturas mencionadas, es así que se detalla una sala principal, sala de juntas y sala de entrevistas.

## PALABRAS CLAVE

Infraestructura física académica, enseñanza, aprendizaje, ingeniería de requisitos, gestión de la ingeniería del software, Swebok.

## Physical infrastructure for laboratories of the area of software engineering

## ABSTRACT

It presents a proposal for the design of physical infrastructure with the minimum requirements necessary for the construction of a laboratory that adapts to the development of the subjects of Requirements Engineering and Management of computer projects of the program of Systems Engineering and Computing of the Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), this proposal arose from the validation of teaching and learning strategies based on the levels of Bloom's taxonomy and the guidelines defined by the Swebok Software Engineering Knowledge Guide. In such a reason the article presents the design and characteristics of the main spaces for the development of the activities of software engineering in the subjects mentioned, so the main room, meeting room, and interview room are detailed.

## KEYWORDS

Academic physical infrastructure, teaching, learning, requirements engineering, software engineering management, Swebok.

Recibido: 25/02/2017 Aceptado: 05/04/2017

\* <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2017v13n2.26215> Este es un artículo Open Access bajo la licencia BY-NC-SA (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

**Cómo citar este artículo:** CASTILLO-GUERRA, Lorena Paola; ALARCÓN-ALDANA, Andrea Catherine, CALLEJAS-CUERVO, Mauro. Infraestructura física para laboratorios en el área de ingeniería del software. En: Entramado. Julio - Diciembre, 2017. vol. 13, no. 2, p. 260-268  
<http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2017v13n2.26215>



## Infraestructura física para laboratorios na área de engenharia de software

### R E S U M O

Uma infraestrutura física projeto proposta com os requisitos mínimos para a construção de um laboratório que atende e facilitar o desenvolvimento e implementação de estratégias de ensino e aprendizagem nas disciplinas de Engenharia de Requisitos e programa de gerenciamento de projeto de TI é apresentado Engenharia de sistemas e Computação Pedagógico e Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC); Esta proposta decorre da aplicação e validação com base em níveis de taxonomia de Bloom, bem como nas orientações definidas pelo guia de estratégias metodológicas conhecimento software de engenharia SWEBOK; Por esta razão, o artigo apresenta os resultados do inquérito que conduziu a esta proposta, onde as características do projeto e principais dos espaços necessários para o desenvolvimento da engenharia próprio software nas disciplinas mencionadas actividades são propostas, de modo que detalha um salão principal, sala de reuniões e sala de entrevista.

### PALAVRAS-CHAVE

Infraestructura física académica, ensino, aprendizagem, engenharia de requisitos, gerenciamento de engenharia de software, Swebok.

### Introducción

En el área de la ingeniería del software, las instituciones optan hoy en día por innovar en la manera de enseñar: incorporan el aprendizaje a través de la práctica para fortalecer las competencias en los estudiantes, con el propósito de integrar y estimular la composición de actitudes, estructuras mentales, habilidades y destrezas (Salas, 2005), también incorporan métodos no tradicionales como PBL (Aprendizaje basado en problemas) para mejorar el aprendizaje y la comprensión (Richardson, Delaney, 2009), otras se enfocan en métodos de aprendizaje como metodologías de aula invertida (Gannod, Burge y Helmick, 2008), mientras que otras identifican problemas en los planes de estudio (Tvedt, Tesoriero y Gary, 2002) y optan por mejorar y acoplar los currículos académicos a lineamientos y referentes como ACM (Mehran, Guzdial, Mcgettrick, Roach, 2011), IEEE (ACM, 2015), ABET (Felder y Brent, 2003), SWEBOK (-Bourge y Alain, 2004); pero son pocas las instituciones que buscar innovar y transformar el ambiente donde se desarrollan las asignaturas que pertenecen a esta área; normalmente se observa allí un salón estándar, conformado por un conjunto de mesas con computadores organizados de manera lineal y un tablero al frente; cuando agregar computadores a un salón no asegura el éxito en la fusión de las capacidades, un ambiente académico debe ser diseñado cuidadosamente, poniendo especial atención a los intereses humanos (cognitivo, social, colaborativo y arquitectónico), y al comportamiento de las personas, quienes serán los principales usuarios, es decir, estos lugares deben ser diseñados para las necesidades de las personas que trabajan y viven su día a día en él (Russell, 2012).

A pesar de que existen normas y estándares de referencia para la adaptación y adecuación que garantizan la calidad en el servicio para diferentes aulas de clase; no todas las instituciones acogen ciertas normas; es importante que para áreas como la Ingeniería del software donde hay varios con-

ceptos nuevos y difíciles de comprender (Richardson, Delaney, 2009), incorporen el uso de espacios de clase como laboratorios físicos, donde se puedan implementar estrategias y metodologías constructivistas que permitan aportar en el desarrollo de la enseñanza y el aprendizaje a través de la interacción entre el medio, el docente, las temáticas y los estudiantes (Londoño, 2013).

Lugares como los laboratorios, donde el espacio es más amplio y la distribución está planteada estratégicamente, fomentan el aprendizaje significativo el cual consiste en aprender a través de la práctica; esto permite simular ambientes laborales donde se ponen en práctica, además de los aspectos técnicos, la integración de las habilidades blandas (Gómez, Manrique y Gasca, 2015) como la negociación, trabajo en equipo, colaboración, comunicación etc, lo que permite que hoy en día los estudiantes tengan una visión clara de la realidad de las empresas desarrolladoras de software o prestadoras de servicios de TI, esto facilita el paso del mundo estudiantil al laboral, sin que experimenten cambios fuertes ya que con el tiempo construyen y refuerzan las habilidades que requiere hoy en día el mundo laboral.

Es por esta razón que en el presente artículo se describen los resultados de la investigación que llevan a que se presente una propuesta de un laboratorio exclusivo para las asignaturas de Ingeniería de requisitos y Gestión de proyectos Informáticos para la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, también se detalla la norma técnica con la cual se soporta este diseño, además de algunos antecedentes y situación actual, finalmente se presentan algunas conclusiones y recomendaciones.

### I. Marco teórico

#### I.1. Antecedentes

Algunas universidades a nivel mundial poseen espacios para el desarrollo, la impartición de conocimientos e investiga-

ciones en Ingeniería del software, o han realizado estudios acerca de la importancia de incorporar entornos de aprendizaje, por ejemplo Manakula Vinayagar Institute of Technology cuenta con un amplio laboratorio cuyo objetivo es el de enseñar el ciclo de vida de desarrollo de software a los estudiantes, para que ellos comprendan las diversas fases y también hagan uso de herramientas de prueba y CASE (Manakula, 2014); por otra parte la Universidad de Salamanca propone la aplicación de un entorno personalizado de aprendizaje móvil para la enseñanza de la ingeniería del software, a partir de un framework de servicios el cual puede ayudar a mejorar el aprendizaje de los alumnos (Gannod *et al.*, 2008), mientras que en la Universidad de Ciencias Aplicadas de Australia se realizó una propuesta y el diseño de una sala de reuniones donde participaron ingenieros de software; en dicha sala se combinan herramientas colaborativas tradicionales como pizarras, papel con medios digitales como computadores o lápices digitales, denominada NICE, la cual logra un trabajo en grupo colaborativo (Haller *et al.*, 2010) al mismo tiempo la Universidad Estatal de Pensilvania establece las consideraciones mínimas para la construcción de todas sus aulas, espacios de conferencias y reuniones enfocadas en la infraestructura y elementos como ventanas, pisos, paredes, iluminación (Myrick, 2013), además la Universidad de Buenos Aires (Anacleto *et al.*, 2014) cuenta con un Laboratorio de Fundamentos y Herramientas para la Ingeniería de Software (LaFHIS) donde el objetivo principal es la utilización de tecnologías de automatización para patrocinar el estudio de artefactos de ingeniería del software.

En el ámbito nacional, luego de efectuar una búsqueda de productos de investigación acerca del uso de la infraestructura física se desconoce si cuentan con un espacio exclusivo para el desarrollo de las áreas de Requisitos de software y Gestión de la ingeniería del software, sin embargo luego de una búsqueda por las páginas corporativas de las universidades que hacen parte del ranking de las mejores universidades en el mundo, realizado por Quacquarelli Symonds (QS, 2016) se encontró información general acerca de laboratorios especiales para la enseñanza y el aprendizaje de las asignaturas, enfocada a la construcción del software como también a la inteligencia artificial (Universidad Nacional, 2014), además de laboratorios para los grupos de investigación (Universidad Javeriana, 2015) como también centros de desarrollo de software donde se prestan servicios de desarrollo de aplicaciones web y asesorías, entre otros (Universidad del Valle, 2014); algunas universidades cuentan con laboratorios de propósitos generales, con equipos de últimas tecnologías, además de los denominados laboratorios de interacción, visualización y robótica como también laboratorios para apoyar a sus estudiantes en el desarrollo de proyectos experimentales de trabajo de grado o independientes (Universidad de los Andes).

A nivel local, la Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia - UPTC dentro de un proyecto de investigación propone la construcción de un laboratorio físico y la implementación de elementos adicionales para el área de construcción de software con el objetivo de conformar entornos integrales que fomenten la apropiación del conocimiento empleando la metodología de coaching asumida por estudiantes de niveles superiores (Chuquin y Otálora, 2015).

Una posible causa de que las universidades no fomenten la construcción de espacios exclusivos para las áreas de la ingeniería del software es porque algunas optan por el uso de entornos *e – learnig* o comunidades virtuales de aprendizaje como laboratorios virtuales y remotos en vez de físicos, por cuestiones de presupuesto, otras instituciones adoptan el denominado aprendizaje electrónico móvil (m-learning) enfocado en las redes sociales (Torres, Jara y Valdiviezo, 2013); sin embargo el uso de tecnología dentro de las instituciones educativas tiene diversos retos por cumplir pues para aprovechar sus alcances se deben planear, evaluar, concebir y acciones educativas (Navarro, 2010).

## 1.2. Normas

Para la construcción de instalaciones escolares nuevas y adecuación de los ambientes existentes, actualmente se cuenta con normas técnicas y gubernamentales que sirven como referencia; es el caso de NTC 4595 – 4596, plan maestro (Rivera y Ayerbe, 2000), como también normas relacionadas con los equipamientos que las instituciones educativas deben implementar, NTC 4734.

La norma técnica colombiana (NTC 4595, NTC 4596, 2006) constituye uno de los requerimientos para el planeamiento y diseño de espacios escolares, teniendo en cuenta elementos como ubicación de predios, dimensionamiento de instalaciones, ambientes pedagógicos complementarios, requisitos de accesibilidad, clasificación de ambientes escolares, requerimientos de iluminación artificial, comodidad visual, comodidad térmica, comodidad auditiva, seguridad y medios de evacuación.

## 1.3. Descripción de la situación actual

La UPTC es una universidad con más de cincuenta años de trayectoria, dentro de su campus cuenta con espacios físicos que han ido creciendo y adecuando a las necesidades de los diferentes programas académicos ofrecidos por la universidad; sin embargo, para el programa de Ingeniería de Sistemas y computación, desde su apertura hace veinte años se ha contado con el mismo modelo de salas de Informática similares (Ver Figura 1).



Figura 1. Salas de Informática UPTC  
Fuente: Los autores

En estos espacios se actualizan periódicamente herramientas y elementos relacionados con hardware y software, pero no se ha ahondado en modernizar y adecuar la infraestructura de las salas, la cual no está adaptada físicamente para la concentración de grupos de más de 30 estudiantes (ver Figura 2), pues no cuentan con el área apropiada para cada uno de los alumnos, además de que se dificulta la conformación de grupos de trabajo lo que provoca desorden y distracción; así mismo se evidencia poca ambientación en cuanto al tipo de iluminación y climatización lo que hace que estos espacios no brinden la comodidad deseada para la impartición de las clases, otra falencia es que la distribución de la sala obliga a los estudiantes a estar frente a un computador durante todas las sesiones, a pesar de que no todas las estrategias metodológicas utilizadas por los docentes requieren de su uso (Ver Figura 2).



Figura 2. Ubicación de los estudiantes en las salas de Informática.  
Fuente: Los autores

Tampoco se ha contemplado que la ingeniería del software en cualquiera de sus áreas requiere de escenarios con características especiales, donde se permita la simulación y la apropiación de las diferentes fases del ciclo de vida de un proyecto de software.

## Diseño metodológico

La necesidad de renovar las aulas de clase nace como resultado del proyecto formulado y ejecutado por el grupo de investigación en software (GIS) titulado “Evaluación de estrategias pedagógicas y diseño de infraestructura física de laboratorios para la enseñanza – aprendizaje, de ingeniería de software”; donde se implementaron de manera experimental y presencial con estudiantes de las asignaturas de requisitos de software y gestión de proyectos informáticos siete y seis guías de enseñanza y aprendizaje respectivamente, desarrolladas con los lineamientos temáticos de la guía Swebok; fueron construidas por estudiantes de último semestre de Ingeniería de Sistemas y Computación con el fin de determinar si a partir de su implementación los estudiantes de las asignaturas estudiadas lograrían cumplir con los objetivos de aprendizaje establecidos en ellas a partir del enfoque didáctico instaurado para cada una (representaciones visuales, algoritmos, técnica de rompecabezas, método de proyecto, escritura, juego de roles, debate o discusión, test y aprendizaje inductivo).

La validación de estas se realizó a partir de unos instrumentos de evaluación diseñados acorde con los objetivos de aprendizaje y contruidos a partir de un modelo de evaluación por competencias estructurado bajo los contenidos conceptual, actitudinal y procedimental, necesarios para el desarrollo de las mismas (Morales, García, Campos y Astroza, 2012) y fundamentado en elementos administrativos como la escala de gradación de cumplimiento y emisión de juicios de la UPTC, la cual va de 0.0 a 5.0; estos elementos permitieron minimizar el nivel de subjetividad en el proceso de valoración; la validación además de evidenciar la calidad en el uso de las guías a lo largo del proceso de enseñanza de las asignaturas, permitió determinar cuáles metodologías y estrategias conllevan a que los estudiantes logren una mejor comprensión y adquisición de conocimientos y puedan alcanzar calificaciones superiores al nivel de alto grado; es decir, superiores a 4.0.

Tomando como referencia la escala utilizada (ver Figura 3), las temáticas desarrolladas bajo la estrategia de método de proyecto, es decir, análisis de requerimientos y consideraciones prácticas, permitieron que el 100% de los estudiantes obtuvieran calificaciones dentro del nivel de alto grado, así como también en la temática de elicitación de requerimientos desarrollada bajo la estrategia de rompecabezas, también se puede observar que a través de las estrategias de representaciones visuales, escritura y juego de roles el porcentaje de calificaciones dentro del mismo nivel fue superior a los niveles inferiores, mientras que para la estrategia de algoritmos solo se obtuvo el 46% siendo superado por el nivel aceptable, es con calificaciones dentro del rango 3.0- 3.9.



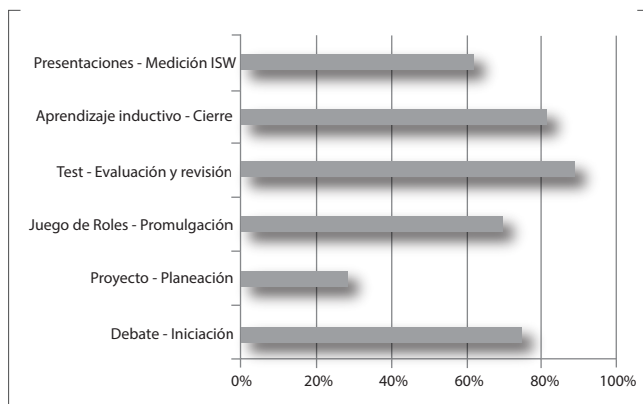


Figura 3. Porcentaje de calificaciones por encima del nivel de alto grado para el área de Ingeniería de Requisitos.

Fuente: Los autores

Se hizo un análisis similar para el área de gestión de proyectos informáticos (Ver Figura 4), que difiere en cuanto a la estrategia de método de proyectos que en este caso obtuvo solamente un 34% de calificaciones superiores a 4,0 para la temática de planeación de proyectos de software, mientras que estrategias como debate, juego de roles, test, aprendizaje inductivo y presentaciones alcanzaron valores entre el 76% y 90% de calificaciones superiores a 4,0 para las respectivas temáticas.

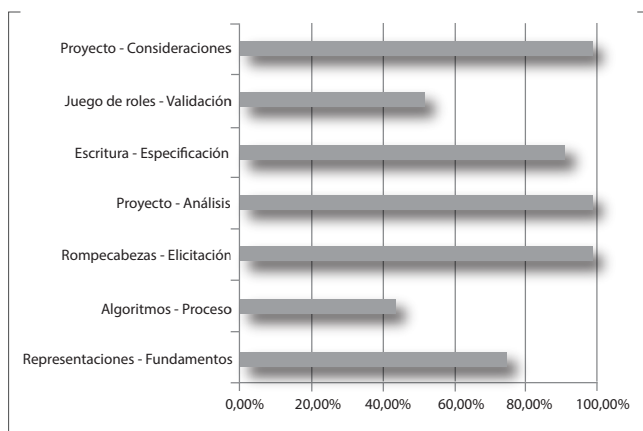


Figura 4. Porcentaje de calificaciones por encima del nivel de alto grado para el área de Gestión de Proyectos Informáticos.

Fuente: Los autores

Además de los resultados positivos que se obtuvieron con respecto a los lineamientos de Swebok y las estrategias de enseñanza y aprendizaje durante la validación, dentro de las observaciones obtenidas durante un análisis cualitativo, los estudiantes coinciden en que las salas de cómputo son incómodas y de difícil adaptación para el desarrollo de estrategias diferentes a las clases marginales comunes, razones como estas conllevan a que se profundice y se trabaje en los mecanismos que influyen en su desarrollo, como los

espacios físicos y herramientas audiovisuales de ayuda; es importante que los estudiantes que cursan la asignaturas de requisitos de software y gestión de proyectos informáticos cuenten con una ambientación escolar adecuada y con los instrumentos necesarios para la ejecución satisfactoria de las estrategias validadas, como futuros ingenieros ellos deben adquirir el conocimiento de manera práctica y una de las formas de hacerlo es a través de los laboratorios educativos (Feisel y Rosa, 2005), la instrucción de las asignaturas en estos sitios permite que se fomenten también las habilidades del trabajo en equipo, así como también aprender a través del fracaso para que lleguen a ser responsables de sus resultados (Krivickas, 2007), ya que es ahí donde se puede obtener información que les permita desarrollar uno o varios productos que los guíen en su formación (Surgenor y Firth, 2006). Un espacio donde se motive tanto a los estudiantes como a los docentes a dejar atrás las clases magistrales, teniendo en cuenta que el aula de clase no solo debe ser para la impartición de conocimiento e intelecto, es importante que esta también contribuya a que se formen vínculos y relaciones que hacen parte de la vida universitaria entre docentes y estudiantes (Escobar, 2015).

## Resultados

### Diseño propuesto para el laboratorio

Para el diseño del laboratorio propuesto se contó con la asesoría de un arquitecto quien tomó como referencia la norma NTC 4595 – 4596 recomendando un ambiente escolar de tipo (C), dado que es un lugar donde se permite el trabajo individual, como también la formación de grupos de trabajo, además permite incorporar elementos móviles o equipos conectados que deben poderse adaptar a futuros requerimientos y cambios tecnológicos; el diseño que se propone está dividido en tres secciones (ver Figura 5), Sala 1: Sala Principal de 100 m<sup>2</sup>, Sala 2: Sala de juntas de 40 m<sup>2</sup> y sala 3: de 25,5 m<sup>2</sup>.

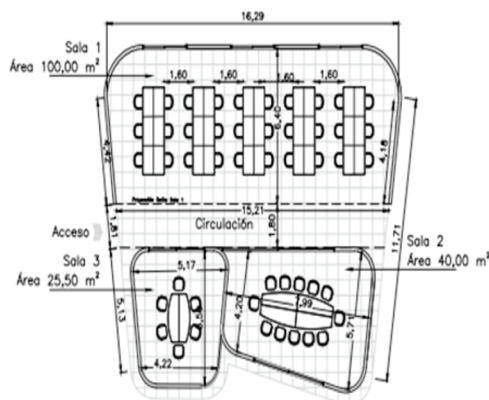


Figura 5. Diseño arquitectónico de laboratorio, requisitos de software y gestión de proyectos.

Fuente: Autor.

### Sala Principal

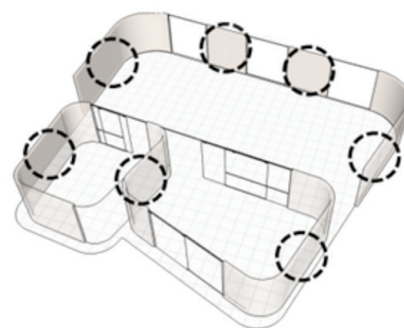
Con capacidad para situar 5 mesas de trabajo; cada una permite la ubicación de 6 estudiantes, esta sala contará con un espacio de 2,3 metros cuadrados por estudiante, para una cabida total de 30 personas, teniendo en cuenta que en la EISC los grupos suelen ser máximo de ese tamaño, dispondrá de mesas de trabajo, (ver Figura 6), ubicadas de tal manera que los sistemas audiovisuales de multimedia tengan buenas líneas de visión, además la ubicación permitirá que los estudiantes puedan con mayor comodidad y aprovechamiento desarrollar las estrategias validadas: Técnica de Rompecabezas y método de proyecto, tanto individual como grupalmente, cada mesa de trabajo con 6 estudiantes ubicados frente a frente, con el objetivo de poner en práctica los componentes del aprendizaje cooperativo y colaborativo: interdependencia positiva, interacción cara a cara, responsabilidad individual, técnicas interpersonales y de equipo, evaluación grupal; esta distribución en los puestos de trabajo permite la participación más activa de ambos roles (estudiantes y docentes), además fomenta las interdependencias positivas que fomentan la cohesión grupal (Collazos y Mendoza, 2006). El tipo de trabajo cooperativo genera un nivel de rendimiento y de desempeño mayor al trabajo individual o grupo de trabajo tradicional, también se ajusta a las circunstancias pedagógicas, materias y programas de estudio (Johnson y Holubec, 1999) las mesas permiten además el desarrollo de estrategias que pueden ser realizadas de manera individual, como las técnicas basadas en escritura y test.



Figura 6. Sala 1: Mesas de trabajo con capacidad para seis estudiantes  
Fuente: Autor.

Además, las paredes de todas las salas contarán con puntos estratégicos con la función de muros pizarras, (ver Figura 7), con el fin de que en ese espacio los estudiantes puedan implementar cómodamente la estrategia de representaciones visuales u organizadores gráficos; esta es una estrategia de enseñanza y aprendizaje donde se hace uso de mapas conceptuales, mapas mentales y mapas semánticos; según

investigadores este tipo de estrategia es uno de los mejores métodos para desarrollar destrezas de pensamiento, además le permite a los estudiantes clarificar, procesar la información y representarla mentalmente para luego graficarla (Pimienta, 2012).



**Focos de interés  
(Pantallas. Muro – Pizarras)**



Whiteboard de 3M

Laminas magnéticas de fácil instalación sobre muros, que permite tanto escritura como proyección sobre los mismos.

Figura 7. Ubicación de muros pizarra  
Fuente: Autor.

### Sala de juntas con capacidad para 12 personas

La sala de reuniones o sala de juntas principal, con capacidad para 12 personas (Figura 8), tiene como objetivo realizar simulaciones de relaciones con los diferentes stakeholders involucrados durante las fases de un proyecto, en este espacio se desarrollarían las estrategias basadas en el aprendizaje interactivo que para nuestra investigación son las relacionadas con el juego de roles y debates o discusiones; como también las estrategias basadas en aprendizaje inductivo teniendo en cuenta que este tipo de estrategia se basa en la experiencia e incluye directamente al alumno durante el proceso donde observa, compara, razona y generaliza; se propone una capacidad de 12 personas ya que es un lugar donde se va a discutir y a tomar decisiones, se llevarán a cabo reuniones para discutir y definir los temas relacionados con el proceso de dirección de proyectos: Iniciación, planificación, ejecución, control y cierre (PMBOK), como también el ciclo de vida del proyecto, en este tipo de reuniones suelen asistir los roles que representan a los líderes de áreas, patrocinadores del proyecto y los interesados más influyentes (Martínez, 2012); en esta sala se contaría con ayudas audiovisuales como un smart tv y un video bean.



Figura 8. Sala de juntas o de reuniones.  
Fuente: Autor

### Sala exclusiva para realización de entrevistas

Finalmente en la sala 3 se dispondrá de un espacio exclusivo para realizar simulaciones del proceso de elicitación donde se requiere aplicar la técnica de entrevistas, la técnica más frecuente en el proceso de elicitación; en este espacio se incorporará un sistema de audio y video, además de un proyector que serviría como herramienta para estudiantes y docentes del área (Figura 9).



Figura 9. Sala exclusiva para la realización de entrevistas.  
Fuente: Autor.

Todo el laboratorio estará apoyado mediante la integración de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC); se proporcionará enlace a internet desde cada una de las salas con el fin de trascender en el aula física y el tiempo de la clase, enriqueciéndolo con nuevas alternativas pedagógicas que provean a los estudiantes con experiencias significativas y mejores oportunidades de aprendizaje (Jaramillo, Castañeda y Pimienta, 2009)

La idea principal de cada uno de los espacios y elementos propuestos es que los estudiantes se sientan dentro de un ambiente laboral (Betancourt, 2006) en el sentido de un ser reflexivo y pensante, recreando escenarios de vida laboral y productiva, la distribución del laboratorio permite llevar a cabo las temáticas del área, por medio de diversas metodologías de desarrollo de software tradicionales o ágiles.

Se propone que el laboratorio también cuente con las características mínimas ambientales que debe poseer cualquier espacio escolar (Rango, Giraldo, Cano y Cuervo, 2013), aspectos como la comodidad visual teniendo en cuenta que el brillo puede provocar distracciones en el aprendizaje, parámetros de iluminancia, distribución y uniformidad, los colores de los muebles influyen en el coeficiente de reflexión, por esto se recomienda para cada color un porcentaje de coeficiente adecuado (ver Figura 10). Se recomienda también tener en cuenta aspectos como la comodidad térmica, factor importante, teniendo en cuenta que Tunja es una ciudad con una temperatura de aproximadamente de 12°C centígrados la condición térmica debe ser de 22°C aproximadamente.



Figura 8. Coeficientes de reflexión  
Fuente: Autor

En cuanto a los muebles y enseres también existen normas, por ejemplo la NTC 4734[41](NTC 4734, 1999), establece las dimensiones de los muebles que se encuentran dentro del aula, por ejemplo la llamada silla universitaria cuyas características pueden interferir en la seguridad de los estudiantes pues la norma determinó sus dimensiones, basándose en un estudio de poblaciones japonesas (Sevilla, 2005) razón por la cual para el laboratorio no se recomienda el

uso de éstas, a cambio se sugieran sillas cómodas, tipo oficina que permitan un acceso rápido, que puedan ser ajustadas a las diversas tallas y que contemplen características de altura, ancho, profundidad, radio de curvatura, ángulo entre respaldo y asiento (Rivera, 2000); el laboratorio propuesto contará con una rampa de acceso para sillas de ruedas con el fin de que la sala pueda ser usada por personas con discapacidad (MEN, 2006); en cuanto a las mesas se propone mesas modulares, con el objetivo de poder trabajar individualmente y cuando se requiera pueda hacerse de manera grupal, las mesas deben poseer un largo que permita ubicar un computador personal, textos o cuadernos, con una altura y profundidad acordes con los estudiantes universitarios, también cabe tener en cuenta que el laboratorio a construir debe minimizar la posibilidad de presentar riesgos para la salud y el bienestar de los docentes y estudiantes, riesgos pueden ser de tipo eléctricos, orden y aseo, ruido, ventilación y temperatura.

### Conclusiones

- Los laboratorios físicos para las asignaturas de Ingeniería de Requisitos y Gestión de Proyectos Informáticos permiten que los futuros ingenieros se formen en contextos que permitan simular aquellas escenas que se presentan en la industria del software.
- El uso de laboratorios físicos permite que se lleve a cabo un modelo de evaluación por competencias, donde el eje centrar es el aprender haciendo.
- La implementación del laboratorio permitiría que además de las estrategias validadas se puedan implementar nuevas metodologías propuestas por los docentes o los estudiantes.
- El diseño presentado no obliga a que los estudiantes deban permanecer durante toda la sesión frente a un computador.

### Recomendaciones

Es importante que se realicen estudios de espacios físicos para las demás áreas de la ingeniería del software, con el objetivo de ampliarle al estudiante las posibilidades de ahondar, profundizar y practicar las funciones de los demás roles que tienen las otras fases de un proyecto.

La Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación - EISC puede tomar como referencia la investigación realizada con el fin de gestionar frente a la universidad la adecuación o la construcción de espacios exclusivos para las áreas de la Ingeniería del Software. ■■■

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### Referencias bibliográficas

1. ACM. Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in computer engineering 2016,[online] Version 2015, 25 – 11. Disponible en: <https://www.computer.org/cms/Computer.org/professional-education/curricula/ComputerEngineeringCurricula2016.pdf>
2. ANACLETO, A; BRABERMAN, V; ECHAGÜE, Filia; GARBERVETSKY, D; GÓMEZ, M. E; FERNÁNDEZ & S, Uchitel. Experiencias de I+D+ i en productos avanzados para el análisis de software. En: XLIII Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa - VIII Jornadas de Vinculación Universidad-Industria, pp 36-44, sep 2014. Disponible en: <http://163.10.34.134/handle/10915/42028>
3. BETANCOURT, Carlos. Aprendizaje basado en problemas: una experiencia novedosa en la enseñanza de la ingeniería. En: Rev. Educ. Ing., 2006 .vol. 1, p. 45-51, Disponible en: <http://www.educacioneningeneria.org/index.php/edi/article/view/37>
4. BOURGE, Pierre; ALAIN, Abran y DUPUIS, Robert. The Guide to the Software Engineering Body of Knowledge 2004 version, IEEE Computer Society, 2004
5. CHUQUÍN, Sandra y OTÁLORA, Jorge. Entorno integral de enseñanza aprendizaje: Diseño y Construcción de Software Dirigido por SWEBOK. En: Rev. Tec., ESPOL., 2015. vol. (28), pp 378-394, [Fecha de consulta 28 de Octubre de 2016], Disponible en: <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/448>
6. COLLAZOS, César y MENDOZA, Jair. Cómo aprovechar el aprendizaje colaborativo en el aula. En: Rev. Educación y Educadores, 2006 Vol.9, pp. 61-67, Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83490204>
7. ESCOBAR, María Beatriz. Influencia de la interacción alumno-docente en el proceso enseñanza-aprendizaje. En: PAAKAT: Rev. Tec. y Soc., 2015. vol. 5, pp 5,
8. FEISEL, Lyle y ROSA, Albert. The role of the laboratory in undergraduate engineering education. En: J. Eng. Educ., 2005. vol. 94, pp 121-130.
9. FELDER, Richard y BRENT, Rebeca. Designing and Teaching Courses to Satisfy the ABET Engineering Criteria., En: J. Engr. Education. 2003. Vol. (92), pp7-25, ene
10. GANNOD, Gerald, BURGE, Janet y HELMICK, Michael. Using the inverted classroom to teach software engineering, En: Proceedings of the 30th international conference on Software engineering.(Leipzig), 2008, pp777-786.
11. GÓMEZ María C, MANRIQUE, Bell y GASCA, Gloria P. Propuesta de evaluación de habilidades blandas en Ingeniería de software a través de proyectos universidad empresa. En: Rev. Ed. Ing., 2015. vol. (10), pp 131-140.
12. HALLER, Michael, LEITNER Jakob, SEIFRIED, Thomas, WALLACE, James, SCOTT Stacey, RICHTER, Christoph y BRANDL Peter. The nice discussion room: Integrating paper and digital media to support co-located group meetings. En: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, (Atlanta), 2010, pp 609-618.



13. ICONTEC, "Norma Técnica Colombiana NTC 4595 Ingeniería civil y Arquitectura. Planeamiento y diseño de instalaciones y ambientes escolares", segunda edición, Instituto Colombiano de Normas Técnicas, Mar; 2006. Disponible en: [http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-96894\\_Archivo\\_pdf.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-96894_Archivo_pdf.pdf).
14. ICONTEC, "Norma Técnica Colombiana NTC 4734 Muebles escolares, silla escolar tipo universitaria", segunda edición, instituto colombiano de normas técnicas, 1999.
15. JARAMILLO, Patricia, CASTAÑEDA, Patricia y PIMIENTA, Marta. Qué hacer con la tecnología en el aula: inventario de usos de las TIC para aprender y enseñar. En: Rev. Educación y Educadores, 2009. vol. (12), pp 159-179, Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83412219011>.
16. JOHNSON, David, JOHNSON, Roger y HOLUBEC, Edythe. El aprendizaje cooperativo en el aula. Ed, Paidós SAICF Buenos Aires, 1999, 40-51 pp.
17. KRIVICKAS, Romanas y KRIVICKAS, Jonás. Laboratory instruction in engineering education. En: Global J. Eng. Educ., 2007. vol. 11, pp 191-196.
18. LONDOÑO, Jesus E. Modelo para la implementación de laboratorios en programas con modalidad virtual – caso aplicado a la Ingeniería Informática, en IX Encuentro Internacional Virtual Educa VE, 2013, pp 1-20.
19. MANAKULA, Vinayagar Institute of Technology, Kalitheerthakuppam, (2014), Laboratorios. [Online], disponible en: <http://www.mvit.edu.in/Departments/CSE/Infrastructure.aspx>
20. MARTÍNEZ, Jorge. Propuesta para la creación de la oficina de proyectos con enfoque PMI en la Universidad del Bosque, Trabajo de grado, Bogotá, Universidad EAN, Especialización Gerencia de Tecnología. 2012. 155 p.
21. MEHRAN, Sahami, GUZDIAL, Mark, MCGETTRICK, Andrew y ROACH, Steve. Setting the stage for computing curricula 2013: computer science--report from the ACM/IEEE-CS joint task force. En: Proceedings of the 42nd ACM Technical Symposium on Computer Science education, (Dallas), 2011, pp 161-162.
22. MYRICK, Robert. Classroom & technology design & construction minimum requirements. En: Pensilvania, USA. Universidad Estatal de Pensilvania. 2013, pp 1 -44 [Fecha de consulta: Octubre 29 de 2016]. Disponible en: <http://clc.its.psu.edu/sites/default/files/content-classrooms/GPC-Requirements-041713.pdf>
23. MORALES, Erla, GRACIA, Francisco, CAMPOS, Rosalynn y ASTROZA, Carlos. Desarrollo de competencias a través de objetos de aprendizaje. En: Rev. Educación a Distancia, núm 36, pp 1-15, 2012, Disponible en: <http://www.um.es/ead/red/36/morales.pdf>
24. NAVARRO, Rubén. Presentación. Entornos virtuales de aprendizaje: la contribución de "lo virtual" en la educación. En: RMIE vol.15 no.44 México ene./mar. 2010.
25. PIMIENTA, Julio. Estrategias de enseñanza-aprendizaje, Docencia universitaria basada en competencias, México, Ed 1. Naulcapan de Juárez, Pearson, Educación, 192 p, 2012.
26. PMBOK. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos, PMI, Quinta edición, Pensilvania, 2013, pp 65-67.
27. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, (2015, jun), Laboratorios. [Online], Disponible en: <http://ingenieria.javeriana.edu.co/estudiantes/pregrados/ingenieria-sistemas/laboratorio>
28. Quacquarelli Symonds (QS), (2016, may), QS University Rankings: Latin America, [Online], disponible en: [http://www.topuniversities.com/university-rankings/latin-american-university-rankings/2016#sortin-g=rank+region="+country="+faculty="+stars=false+search="](http://www.topuniversities.com/university-rankings/latin-american-university-rankings/2016#sortin-g=rank+region=)
29. RANGO, Lucas, N. GIRALDO, Natalia, CANO, Laura y CUERVO, Alexandra. Revisión de las recomendaciones sobre comodidad visual en ambientes escolares descritas en la Norma, Técnica Colombiana NTC, DEARQ. En: Revista de Arquitectura, núm. 13, diciembre, pp. 213-229, 2013, Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=341630942018>
30. RICHARDSON, Ita y DELANEY, Yvonne. Problem based learning in the software engineering classroom. En: 2nd Conference on Software Engineering Education and Training. (India), 2009, pp 174-181.
31. RIVERA, Álvaro y AYERBE, Alberto. Construyendo pedagogía estándares básicos para construcciones escolares. En: Bogotá, Colombia, Secretaria de Educación del Distrito Capital, 2000., <http://repositorios.educacionbogota.edu.co/jspui/handle/123456789/136>
32. RUSSELL, Daniel. The Streitz perspective: computation is ubiquitous, yet must be designed for human use (a festschrift for Norbert Streitz). En: Univ. Access Inf. Soc, 2012. vol. (11), pp 233-238.
33. SEVILLA, Gustavo. Evaluación dimensional entre el mobiliario escolar NTC4734 y la población escolar del colegio San Juan Eudes. En: Icono Facto Medellín, 2005: disponible en: <https://revistas.upb.edu.co/index.php/iconofacto/article/view/3020>
34. SURGENOR, Brian y FIRTH, Kevin. The role of the laboratory in design engineering education. En: Conference Proceedings of the Canadian Engineering Education Association, (Toronto), pp 2006.
35. TORRES, Juan, JARA, Inés y VALDIVIEZO, Priscila. Integración de redes sociales y entornos virtuales de aprendizaje. En: Rev. Educación a Distancia, núm. 35, pp. 1-8, 2013, Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54725583004>
36. TVEDT, John, TESORIERO, Roseanne y GARY, Kevin. The software factory: An undergraduate computer science curriculum. En: J. Com. Scien. Ed, vol.(12), pp 91-117, 2002 [Fecha de consulta 02 de Noviembre de 2016]. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1076/csed.12.1.91.8213>
37. Universidad de los Andes, Bogotá (2015, Feb), Estándares de espacio sala de ugrupal [Online], disponible en [https://campusinfo.uniandes.edu.co/images/stories/campus/Recursos\\_fisicos/fichasestandares/aca\\_9\\_scompg.pdf](https://campusinfo.uniandes.edu.co/images/stories/campus/Recursos_fisicos/fichasestandares/aca_9_scompg.pdf)
38. Universidad del Valle, Cali, (2014, ene), Centro de Desarrollo de Software de la Universidad del Valle, CEDESOF, [Online], disponible en: <http://cedesoft.univalle.edu.co/>
39. Universidad Nacional de Colombia (UN), Sede Manizales, (2014, Jul), Laboratorio de investigación en Ingeniería de Software, [Online]. Disponible en: <http://laboratorios.manizales.unal.edu.co/laboratorio.php?labid=68&pag=1>